

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

(43) 国際公開日
2006年8月3日 (03.08.2006)(10) 国際公開番号
WO 2006/080220 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 9/07 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/300674
- (22) 国際出願日: 2006年1月12日 (12.01.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2005-022853 2005年1月31日 (31.01.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 水倉 貴美 (MIZUKURA, Takami) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo

(JP). 加藤 直哉 (KATO, Naoya) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 田中 健二 (TANAKA, Kenji) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 木下 雅也 (KINOSHITA, Masaya) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 米田 豊 (YONEDA, Yutaka) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 松井 啓 (MATSUI, Akira) [JP/JP]; 〒1410001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 杉浦 正知 (SUGIURA, Masatomo); 〒1710022 東京都豊島区南池袋2丁目49番7号 池袋パークビル7階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,

[続葉有]

(54) Title: IMAGING DEVICE AND IMAGING ELEMENT

(54) 発明の名称: 撮像装置および撮像素子

A

G	R	G	B
C	G	Y	G
G	B	G	R
Y	G	C	G

B

G	R	G	C
B	G	Y	G
G	C	G	R
Y	G	B	G

(57) Abstract: To improve color reproducibility and noise characteristics. An imaging element provided with hybrid RGBYC color filters is constituted by using primary color-based RGB filters and complementary color-based YC filters. Four times as many G filters, close to the brightness signal of a human eye directly related to resolution, as the numbers of other color filters are disposed in a checkered form. The arrangement shown in Fig. 10A provides, checked column by column, low-sensitivity rows (G, R, G, B) and high-sensitivity rows (C, G, Y, G) that are arranged alternately. When they are read with exposure time changed column by column, a wide-dynamic-range reading is easily possible. The arrangement shown in Fig. 10B provides two Gs that are respectively included in columns and rows, and the remaining two colors that are combinations of high-sensitivity and low-sensitivity ones; providing an arrangement in which the difference in luminance between horizontal and vertical directions is very small. Therefore, when compared with the arrangement in Fig. 10A, although complicated in reading method, the latter can easily realize a smooth gradation representation due to advantage in spatial interpolating characteristics.

(57) 要約: 色再現性およびノイズ特性を向上させる。原色系RGBフィルタと、補色系YCフィルタを用いてハイブリッドRGBYCカラーフィルタを備えた撮像素子を構成する。解像度に直接関係する人間の眼の輝度信号に近いGのフィルタを、他の色のフィルタの4倍、市松状に配する。第10図Aに示される配列は、行毎にみると、感度の低い列(G, R, G, B)と感度の高い列(C, G, Y, G)が交互に並んでいる配列である。行ごとに露光時間を変えて読み出すと、広ダイナミックレンジ読み出しが容易になる。第10図Bに示される配列は、行および列のそれぞれに2個のGに含まれ、残りの2個の色が感度の高いものと感度が低いものとが組み合わせられたものであるために、水平、垂直方向に輝度差の少ない配列である。したがって、第10図Aの配列と比較すると読み出し方法は複雑となるが、空間的補間特性が有利なため、滑らかな階調表現を実現しやすい。



BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

撮像装置および撮像素子

5 技術分野

この発明は、撮像装置および撮像素子に関する。

背景技術

- 近年の画像入力装置の撮像素子の画素数増加は目覚しく、撮像素子の解像度は人間の眼で判定できないほどの滑らかな粒状性を持つレベルにまで達している。この状況下で画質に対する要求は解像感から色再現性、ノイズ感の低減性、広ダイナミックレンジ確保へと移行しつつある。この発明は画質、特に色再現性とノイズ特性を許容レベルに保持しつつ、スキャンできる輝度ダイナミックレンジの拡大を図る手段と装置を提供するものである。

先に、より忠実な色を再現すると共に、ノイズを低減できるようにした画像処理装置が特許文献1（特開2003-284084号公報）に記載されている。

- 以下、この特許文献1に記載の装置について説明する。撮像素子の前面に第1図に示す色配列の4色カラーフィルタ1が設けられている。一点鎖線で示されるように、カラーフィルタ1は、赤（R）の光のみを透過するRフィルタと、青（B）の光のみを透過するBフィルタと、第1の波長帯域の緑色の光のみを透過するG1フィルタと、第2の波長帯域の緑色の光のみを透過するG2フィルタとの合計4個を最小単位とする構成を有する。

第2図Aおよび第2図Bは、このようなカラーフィルタ1を有する

撮像素子例えばCCDにより得られた撮像信号に対して信号処理を施す信号処理部の構成の一例を示す。作図スペースの制約上、信号処理部の構成を第2図Aおよび第2図Bに分けて示す。参照符号10が画像センサーからの4種類の色信号（R信号、G1信号、G2信号、B信号）が入力されるフロントエンドを示す。フロントエンド10は、
5 画像センサーからの色信号に対して、ノイズ成分を除去する相関二重サンプリング処理、ゲインコントロール処理、ディジタル変換処理等の処理を施す。フロントエンド10からの画像データがLSI (Large Scale Integrated Circuit: 大規模集積回路)の構成とされた信号処理部11に対して供給される。
10

信号処理部11は、図示しないマイクロコンピュータに対してマイクロコンピュータインターフェース12を介して接続されている。マイクロコンピュータは、所定のプログラムにしたがって例えばディジタルスチルカメラの全体の動作を制御する。さらに、信号処理部11
15 を構成する各ブロックがマイクロコンピュータインターフェース12を介してマイクロコンピュータによって制御される。

信号処理部11は、フロントエンド10から入力される4種類の色信号に対して、補間処理、フィルタリング処理、マトリクス演算処理、輝度信号生成処理、色差信号生成処理等を行う。信号処理部11に
20 よって生成された画像信号が図示しないディスプレイに供給し、撮像画像が表示される。また、信号処理部11からの画像データが圧縮されて内部記憶媒体、外部記憶媒体等に記憶される。

信号処理部11の各ブロックについて以下に説明する。オフセット補正処理部21は、フロントエンド10から供給されてきた画像信号
25 に含まれるノイズ成分（オフセット成分）を除去する。オフセット補正処理部21からの画像信号がホワイトバランス補正処理部22に出

力され、ホワイトバランス補正がなされる。すなわち、被写体の色温度環境の違い、そしてセンサー上の色フィルタ（R、G 1、G 2、B）による感度の違いによる各色間のアンバランスが補正される。

5 ホワイトバランス補正処理部 2 2 の出力が垂直方向同時化処理部 2 3 に供給される。垂直方向同時化処理部 2 3 は、垂直方向の補間処理やフィルタリング処理のために、遅延素子例えば小規模なメモリを使用して時間的に異なる垂直方向の画像データを同時化する。

10 垂直方向同時化処理部 2 3 により同時化された複数の画像信号が補間処理、フィルタ処理、高域周波数補正処理およびノイズ処理部 2 4 に供給される。色フィルタ（R、G 1、G 2、B）の最小単位の 2×2 画素の色信号を、同一空間の位相に補間する補間処理と、適切に信号帯域を制限するフィルタ処理と、信号帯域の高域成分を補正する高域周波数補正処理と、信号のノイズ成分を除去するノイズ処理等が行われる。

15 処理部 2 4 で得られた画像信号例えば R G 1 G 2 B の 4 色の信号がリニアマトリクス処理部 2 5 に供給される。リニアマトリクス処理部 2 5 では、4 入力 3 出力のマトリクス演算がなされる。 3×4 の行列のマトリクス係数を与えることで、入力された R G 1 G 2 B の 4 色の画像情報から R G B 色出力を求めることができる。

20 リニアマトリクス処理部 2 5 からの R G B 出力がガンマ補正処理部 2 6 R、2 6 G、2 6 B にそれぞれ供給される。ガンマ補正処理部 2 6 R、2 6 G、2 6 B によって、表示装置が有する非線形特性の逆補正を予め行うことで、最終的にリニアな特性が実現される。

25 ガンマ補正処理部 2 6 R、2 6 G、2 6 B の出力信号が輝度（Y）信号生成処理部 2 7 および色差（C）信号生成処理部 2 8 にそれぞれ供給される。輝度信号生成処理部 2 7 は、ガンマ補正された R G B 信

号を所定の合成比で合成することによって輝度信号を生成する。色差信号生成処理部 28 は、ガンマ補正された RGB 信号を所定の合成比で合成することによって色差信号を生成する。

色差信号生成処理部 28 によって生成された色差信号が帯域制限および間引き処理部 29 に供給され、色差信号 Cb および Cr が時分割多重化された色差信号が形成される。このように 4 色カラーフィルタを使用する画像処理装置は、3 原色のカラーフィルタを使用するものと比較して色再現性を良いものとできる。

一般的に、撮像素子の分光感度として好ましいとされる特性は、色再現性が良いこと、ノイズ特性が良いことである。「色再現性が良い」ということは、人間の眼と同様の色を感知することができる、または、人間の眼の見えに対する色差が小さい、ということ意味する。人間の眼の見えとは、人間の眼で見えるそのままの色を意味する。「ノイズ特性が良い」ということは、ある輝度レベルにおけるノイズ量が少ないことを意味する。ノイズは、輝度ノイズと色ノイズに大別され、輝度ノイズは絶対的な感度に依存し、色ノイズは、撮像素子のカラーフィルタの分光感度同士の関係性、すなわち、分光感度曲線の形に大きく依存する。

輝度にリニアな撮像素子の出力信号をマトリクス変換して原色 RGB 信号値を作成する手法は、第 2 図 A および第 2 図 B に示すような一般的な画像入力装置の信号処理で行われている。この処理をリニアマトリクス処理と呼ぶ。ほとんどの場合、画像入力装置（スキャナやデジタルスチルカメラ等）は、入力した画像をパーソナルコンピュータ（以下、PC と適宜略す）モニタで観察及び編集することが多いので、マトリクス演算後の原色 RGB 信号値の目標色空間は、一般的 PC モニタの空間である sRGB 色空間に設定する。

sRGB色空間は、伝送するカラー画像信号が準拠すべきマルチメディア用の標準色空間としてIEC(International Electrotechnical Commission: 国際電気標準会議)により定められたものである。標準色空間に準拠することによってカラー画像の送り側と受け側とが
5 同じ色再現を共有することができる。

したがって、撮像素子の目標分光感度(相対感度と図中では表記する)は、人間の眼の分光感度である等色関数(第3図参照)を709系マトリクスによって線形変換したsRGB等色関数となる。709系マトリクスについては、参考文献1("ITU-R BT.709-3, "Basic Parameter Values for the HDTV Standard for the Studio and for International Programme Exchange" (1998)")に説明されている。
10

第3図において、曲線31xが関数 $x(\lambda)$ を示し、曲線31yが関数 $y(\lambda)$ を示し、曲線31zが関数 $z(\lambda)$ を示す。第3図に示す等色関数のグラフは、CIE(Commission Internationale de l'Eclairage: 国際照明委員会)1931として規定されているものである。
15

第4図は、sRGB等色関数をグラフで表したものである。第4図において、曲線32rが関数 $r(\lambda)$ を示し、曲線32gが関数 $g(\lambda)$ を示し、曲線32bが関数 $b(\lambda)$ を示す。sRGB等色関数はルータ条件を満たすので、眼で見たままの色を感知することが可能である。ルータ条件については、参考文献2(大田登, "色彩工学", ISBN: 4-501-61350-5, 東京電機大学出版局(1993))に説明されている。
20

しかしながら、第4図に示す分光感度には、負の分光感度が存在し、現実にはそのような分光感度を持つ3色RGBフィルタの作成が不可能である。若し、正の分光感度を持ち、且つルータ条件を満たす3色RGBフィルタ分光感度を作成しようとする、第5図に示すような分光感度となる。第5図において、曲線33Rが関数 $s_R(\lambda)$ を
25

示し、曲線 3 3 G が関数 $s_G(\lambda)$ を示し、曲線 3 3 B が関数 $s_B(\lambda)$ を示す。

第 5 図から分かるように、この撮像素子の赤成分のフィルタの分光感度の曲線 3 3 R と緑成分のフィルタの分光感度の曲線 3 3 G の重なりが非常に大きい。このことは、この 2 成分の信号は、非常に似ていることを意味する。したがって、第 5 図に示す分光感度のフィルタを有する撮像素子を用いて目標出力信号である s_{RGB} 空間の 3 色を計算しようとする、次の式 (1) の行列演算が必要になる。

$$\begin{pmatrix} \bar{r}(\lambda) \\ \bar{g}(\lambda) \\ \bar{b}(\lambda) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6.5614 & -5.5412 & 0.1845 \\ -2.0049 & 3.1163 & -0.1635 \\ 0.1182 & -0.2783 & 1.0688 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} s_R(\lambda) \\ s_G(\lambda) \\ s_B(\lambda) \end{pmatrix} \quad \dots(1)$$

10

式 (1) の行列係数を見て分かるように、出力信号の赤成分を計算するために、入力信号の赤成分と緑成分とに対して 6.5614 と -5.5412 という非常に大きな行列係数が乗じられている。このことは、撮像素子の赤信号と緑信号にのっているノイズを非常に増大さ

15

せることを意味する。

よって、実際にはルータ条件を完璧には満たさなくても、すなわち、色再現性を多少犠牲にしてもノイズ特性が良い、第 6 図に示すような分光感度を有する 3 色 RGB フィルタが使用される。第 6 図において、曲線 3 4 R が関数 $s_{1R}(\lambda)$ を示し、曲線 3 4 G が関数 $s_{1G}(\lambda)$ を示し、曲線 3 4 B が関数 $s_{1B}(\lambda)$ を示す。第 6 図の分光は、ルータ条件を満たさない、 s_{RGB} 等色関数に線形変換することができない。したがって、 s_{RGB} 等色関数への近似変換行列演算は、次の式 (2) に示されるものとなる。

20

$$\begin{pmatrix} \hat{r}(\lambda) \\ \hat{g}(\lambda) \\ \hat{b}(\lambda) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.250 & -0.649 & -0.089 \\ -0.057 & 1.574 & -0.384 \\ -0.009 & -0.444 & 1.567 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} s1_R(\lambda) \\ s1_G(\lambda) \\ s1_B(\lambda) \end{pmatrix} \quad \dots(2)$$

式(2)の行列係数では、全ての係数の絶対値が式(1)に示される行列係数よりも小さく、色分離の結果、ノイズが比較的増大しないことが分かる。

- 5 一般的な原色系RGBの撮像素子は、上述した理由から、第6図で示すような曲線を有する分光感度とされており、色再現性もノイズ特性もかなり優れていることが知られている。しかしながら、実際には、撮像素子自体の感度、レンズの特性、赤外カットフィルタ特性の影響により第7図に示す分光感度の曲線のグラフとなる。第7図において、曲線35RがRのフィルタの分光感度を示し、曲線35GがGの
10 フィルタの分光感度を示し、曲線35BがBのフィルタの分光感度を示す。

- 種々な製造上の制限から、各カラーフィルタの分光感度を高めることが難しい。感度を維持するためには、セルサイズをある程度大きく
15 したり、電氣的ゲインを乗じる等の方法が用いられる。しかしながら、セルサイズを大きくすることは、解像度の犠牲を伴い、また、ゲインを乗じることは、ノイズ低減性を犠牲にする。

- 以上をまとめると、原色系RGB撮像素子は、色再現性に関しては、かなり良好であるが多少の改善の余地があること、ノイズ特性に関
20 しては、色分離ノイズは小さいが、低感度のためにノイズの支配的成分である輝度ノイズが大きくなる傾向にある。すなわち、色再現性は良いが、ノイズ感が出やすいという特徴がある。

カラーフィルタとしては、補色系カラーフィルタも知られている。例えばY(黄色)C(シアン)M(マゼンタ)G(緑)の4色のフィ

ルタを第 8 図に示すように、配列する補色市松線順次方式のカラーフィルタが知られている。第 8 図において、破線で囲んだ 2×4 の配列が配列の最小単位である。

かかる補色系 Y C M G 撮像素子の分光感度のグラフを第 9 図に示す
5 。第 9 図において、曲線 3 6 Y が Y のフィルタの分光感度を示し、曲線 3 6 C が C のフィルタの分光感度を示し、曲線 3 6 M が M のフィルタの分光感度を示し、曲線 3 6 G が G のフィルタの分光感度を示す。第 9 図に示すように、各カラーフィルタの感度が高いので、補色系 Y C M G 撮像素子は、特に暗所での撮影に強く、輝度ノイズ特性が良い
10 。しかしながら、分光感度の重なりが非常に大きいために、色再現性を良好にしようとする、非常に大きな色分離係数を必要とし、色分離ノイズが増大してしまう問題があった。したがって、原色系 R G B 撮像素子に比較して色再現性を追い込むことができない問題点があった。

15 このように、補色系 Y C M G 撮像素子は、色再現性に関しては、追い込みの余地が非常に大きい。また、ノイズ特性に関しては、色分離ノイズが大きい、高感度のために、ノイズの支配的成分である輝度ノイズが小さくなる傾向にある。すなわち、ノイズ感が良いが、色再現性があまり良くないという特徴がある。

20 上述したように、従来の撮像素子においては、原色系 R G B 撮像素子を使用した時には、感度が低いことによる輝度ノイズが多い問題が生じ、一方、補色系 Y C M G 撮像素子を使用した時には、色再現性および色分離ノイズ特性が不十分という問題があった。

したがって、この発明の目的は、これらの撮像素子の有する問題点
25 を解決することができる撮像装置および撮像素子を提供することにある。

発明の開示

上述した課題を解決するために、この発明は、撮像部およびフロント
トエンドからなる画像入力部と画像入力部からの複数の撮像信号を処
5 理して三原色信号を生成する信号処理部とを有する撮像装置において

撮像部は、三原色系および補色系の色分解フィルタと、色分解フィ
ルタで分離された色光が入力される撮像素子とを有し、

信号処理部は、入力画像データが低・中輝度レベルの第1の領域で
10 は、三原色系および補色系の色分解フィルタを使用して得た複数の信
号をマトリクス演算処理することによって三原色信号を生成し、入力
画像データが高輝度レベルの第2の領域では、三原色系の色分解フィ
ルタを使用して得た三原色信号をマトリクス演算処理することによ
って三原色信号を生成するようにした撮像装置である。

15 また、この発明は、R（赤）、G（緑）、B（青）の原色系の3色
のフィルタと、Y（黄）、C（シアン）の補色系の2色のフィルタと
の合計5色の色フィルタによって構成され、人の眼の輝度特性と近い
Gのフィルタを市松状に配することによって、他の色の4倍の空間情
報を得るようにした撮像素子である。

20 この発明によれば、撮像素子のカラーフィルタを原色系RGB補色
系YCの5色を組み合わせることによって、色の再現性、色分離ノイ
ズを低減できる。また、RGBYC5色のカラーフィルタの撮像素子
の出力信号を輝度レベルによって使い分けることによって、原色系、
補色系撮像素子を単独で使用するよりも、色再現性の良い、高感度す
25 なわち、低ノイズな撮像素子を実現できる。その結果、ダイナミック
レンジの広いシーンを取り込むことが可能となる。

図面の簡単な説明

第1図は、先に提案されている撮像装置のカラーフィルタの色配列を示す略線図である。

- 5 第2図Aおよび第2図Bは、先に提案されている撮像装置の信号処理部の構成を示すブロック図である。

第3図は、等色関数の一例を示すグラフである。

第4図は、sRGB等色関数の一例を示すグラフである。

- 第5図は、ルーター条件を満たす3色フィルタの分光感度を示すグラフである。

第6図は、通常の三原色フィルタの分光感度を示すグラフである。

第7図は、原色系RGB撮像素子の分光感度を示すグラフである。

第8図は、補色系YCMG撮像素子のカラーフィルタの色配列を示す略線図である。

- 15 第9図は、補色系YCMG撮像素子の分光感度を示すグラフである。

第10図Aおよび第10図Bは、ハイブリッドRGBYC撮像素子の分光感度を示すグラフである。

- 第11図は、ハイブリッドRGBYC撮像素子の色配列を示す略線図である。

第12図は、ハイブリッドRGBYC撮像素子の出力信号を使用した信号処理を説明するための略線図である。

第13図は、この発明を適用できる信号処理の流れを示すフローチャートである。

- 25 第14図は、この発明における色変換処理の流れを示すフローチャートである。

第15図は、この発明におけるCN図を示すグラフである。

第16図は、ハイブリッドRGBYC撮像素子、原色系撮像素子および補色系撮像素子のCNを比較して示すグラフである。

第17図は、この発明の一実施形態における信号処理の一例を示す
5 ブロック図である。

第18図は、信号処理中の重みゲイン係数遷移の一例を示す略線図である。

発明を実施するための最良の形態

10 この発明においては、原色系RGBフィルタと、補色系YCフィルタを用いてハイブリッドRGBYCカラーフィルタを備えた撮像素子を構成する。色配列としては、種々可能であるが、一例として第10図Aおよび第10図Bに示すカラーフィルタを使用する。第10図Aおよび第10図Bにおいて、RGBは、それぞれ赤、緑、青の光を透
15 過するフィルタを示し、YCは、それぞれ黄色、シアンの光を透過するフィルタを示す。

第10図Aおよび第10図Bは、この発明に使用できるカラーフィルタの配列の一例および他の例のそれぞれの最小単位(4×4)を示す。これらの第10図Aおよび第10図Bに示されるカラーフィルタ
20 の配列の特徴は、まず、解像度に直接関係する人間の眼の輝度信号に近いGのフィルタを、他の色のフィルタの4倍、市松状に配していることである。すなわち、Gのフィルタは、最小単位の16個の中で、8個の割合を占め、残りの4色のフィルタがそれぞれ2個の割合とされる。第10図Aに示される配列は、行毎にみると、感度の低い列(
25 G, R, G, B)と感度の高い列(C, G, Y, G)が交互に並んでいる配列である。若し、行ごとに露光時間を変えて読み出すと、広ダイ

ナミックレンジ読み出しが容易になる。

第10図Bに示される配列は、行および列のそれぞれに2個のGに含まれ、残りの2個の色が感度の高いものと感度が低いものとが組み合わせたものであるために、水平、垂直方向に輝度差の少ない配列である。したがって、第10図Aに示される配列と比較すると、読み出し方法は複雑となるが、空間的補間特性が有利なため、滑らかな階調表現を実現しやすい特徴を有する。

第11図は、ハイブリッドRGBYCカラーフィルタの分光感度のグラフを示す。第11図において、曲線37YがYのフィルタの分光感度を示し、曲線37CがCのフィルタの分光感度を示し、曲線37RがRのフィルタの分光感度を示し、曲線37GがGのフィルタの分光感度を示し、曲線37BがBのフィルタの分光感度を示す。第11図に示されるように、補色系のY、Cは、原色系のR、G、Bよりも分光感度が高い。

第12図は、カラーフィルタの各色毎に撮像素子に貯まる電荷量Qと光量Pの関係を示す。第12図において、Qsは飽和電荷量を示し、38CがCのフィルタに関する〔P-Q〕特性を示し、38YがYのフィルタに関する〔P-Q〕特性を示し、38RがRのフィルタに関する〔P-Q〕特性を示し、38GがGのフィルタに関する〔P-Q〕特性を示し、38BがBのフィルタに関する〔P-Q〕特性を示す。

第12図に示すように、感度の高いY、Cのフィルタが配されたセルには、少ない光量でも直ぐに必要な電荷が蓄積され、一方、感度の低いR、Bのフィルタが配されたセルには、多くの光量が入射しても電荷が蓄積される速度が遅いので、直ぐに電荷で飽和しない。この特性の相違を利用して、ダイナミックレンジが非常に広い画像を取り込

むことが可能となる。

- 一例として、5色のフィルタの中で、Cのフィルタが配されたセルが最初に飽和するので、Cのフィルタが配されたセルに蓄積される電荷が飽和する光量 P_h を境界として低・中輝度領域と高輝度領域とを規定する。低・中輝度領域に含まれる輝度の画像の場合には、R, G, B, Y, Cの5色の信号値を使用し、高輝度領域に含まれる輝度の画像の場合には、YおよびCのフィルタが配されたセルの蓄積電荷が飽和するので、R, G, Bの3色の信号値を用いる。このように、画像の輝度に応じて使用する色フィルタを切り替えることによって、非常に広いダイナミックレンジの画像を生成することが可能となる。

画像の輝度の判定方法としては、例えば、人間の眼の輝度成分を含んでいる撮像素子の信号値である、G, Y等の信号値によって判定を行う方法などが可能である。

- 撮像素子の信号値から、画像のRGB信号値を計算するためには、何らかのマトリクス演算処理が必要となる。例えば、5色RGBYC信号値 (R_{in} , G_{in} , B_{in} , Y_{in} , C_{in}) を生成RGB画像の信号値 (R_{out} , G_{out} , B_{out}) に変換するためのマトリクス演算処理は、 3×5 のマトリクス係数を用いて、次の式(3)で表される。

$$\begin{pmatrix} R_{out} \\ G_{out} \\ B_{out} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_0 & m_1 & m_2 & m_3 & m_4 \\ m_5 & m_6 & m_7 & m_8 & m_9 \\ m_{10} & m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} R_{in} \\ G_{in} \\ B_{in} \\ Y_{in} \\ C_{in} \end{pmatrix} \quad \dots(3)$$

- 式(3)のマトリクス係数をリニア信号に対するマトリクス演算係数という意味で、リニアマトリクスと呼ぶことにする。リニアマトリクスの決定方法については、参考文献3(「水倉貴美, 加藤直哉, 西

尾研一, "ノイズを考慮したCCDカラーフィルタ分光感度の評価方法", カラーフォーラムJAPAN2003 論文集, pp. 29-32 (2003)」)を参照のこと。

以下、輝度の異なる画像データについて詳細に説明する。

5 低・中輝度画像データの場合

低感度のR, Bの信号値がある程度大きくなり、ノイズの影響が少なくなり、且つY, Cの信号値が飽和していない場合は、ハイブリッド撮像素子の全5色の信号値を使用することが可能である。原色系3色に比べて色数が多く、色の分離性の良い5色であるため、色再現性

10 ・ノイズ低減性の両面でより優れた画像処理が可能である。

高輝度画像データの場合

高感度のY, Cの信号値が飽和してしまう場合は、残りのR, G, B 3色の信号値で画像を生成する。この状態は、原色系3色撮像素子を使用している場合と同等となり、色再現性・ノイズ低減性は、原色

15 系3色撮像素子と同程度のものとなる。

上述したハイブリッドRGBYC撮像素子を用いた撮像装置例えばデジタルスチルカメラについて以下説明する。但し、この発明は、スチルカメラに限定されず、動画撮影用のカメラに対しても適用可能である。

20 上述したハイブリッドRGBYC撮像素子を用いると、原色系3色RGB撮像素子のカメラ、または補色系YCMG撮像素子のカメラよりも、色再現性およびノイズ特性が優れたカメラを構成することが可能である。

25 上述した参考文献3に記載されているカラーフィルタの評価方法を用いて、ハイブリッドRGBYC撮像素子、原色系3色RGB撮像素子、補色系YCMG撮像素子の3つの撮像素子に対するCN図を描い

てみる。簡単にCN図の書き方を説明する。

前提条件

撮影条件としては、光源は、CIEが定める標準光源D55を使用し、ターゲットはMacbeth Color Checkerとする。カメラ信号処理としては、第13図に示すような処理を想定する。デジタルスチルカメラの総合特性としての撮像素子のカラーフィルタの分光感度とMacbeth Color Checkerのカラーパッチの分光反射率、そして撮影光源の分光放射輝度の積を積分して求めたRaw Data 4.1に対し、ホワイトバランス補正処理4.2で各色データのレベルを無彩色に対して等しくなるようにゲインを乗じる。

次に、マトリクス処理により、輝度信号に対してリニアな信号値を目的色に近づけるような色変換処理4.3を施す。この処理4.3がリニアマトリクス処理に相当する。以降この行列をMATと適宜称する。色変換処理4.3によって、信号値は、R（赤）、G（緑）、B（青）の3色になる。カラーフィルタの色数をNと表記すると、ホワイトバランス補正処理4.2は、 $N \times N$ の対角行列演算処理となり、色変換処理4.3は、 $3 \times N$ の行列演算処理となる。

最後にガンマ補正処理4.4を通して、最終出力としてカメラRGB 4.5が得られる。但し、ここではsRGBの逆ガンマをカメラガンマとして用いる。デジタルスチルカメラのハードウェアを構成する場合は、上述した第2図Aおよび第2図Bに示す信号処理構成と同様の構成が使用される。

このように得られたカメラRGBは、標準sRGBモニタで再生され、観察されると想定する。すなわち、カメラRGBは、sRGB色空間の色であると想定する。但し、計算上はsRGBレンジ外の値も保持させているため、sRGB色域外の色はクリップされないように

考慮するものとする。

色再現評価指数の定義

撮影したカメラの出力信号の、人間の眼に対する色差、Delta E (ΔE) 値を計算する。カメラ RGB は s RGB 色空間のデータであると想定するので、対応する $L^*a^*b^*$ 値カメラ $L^{**}a^{**}b^{**}$ は、709 系行列 M_{709} 等を用いて、第 14 図に示すフローチャートによって計算される。

$L^*a^*b^*$ 値は、標準の光における三刺激値から定義された色空間である。CIE は、1964 年に均等色空間として $U^*V^*W^*$ を提案し、1976 年に $U^*V^*W^*$ 空間を修正した $L^*u^*v^*$ 空間を提案した。さらに、1976 年にどの色領域でも知覚的な色差と対応する色空間として $L^*a^*b^*$ 空間 (CIE LAB) が提案された。

第 14 図において、カメラ RGB 51 が s RGB ガンマ処理 52 を受けてから変換処理 53 において、三刺激値 XYZ へ RGB を変換する。そして、変換処理 54 において、709 系行列 M_{709} 55 を用いて、XYZ を $L^*a^*b^*$ へ変換する。そして、最終的なカメラ $L^{**}a^{**}b^{**}$ 56 が得られる。

709 系行列 M_{709} については、参考文献 1 に説明されている。

目標値となる人間の眼の見えの $L^*a^*b^*$ 値は、Macbeth Color Checker の分光反射率、標準光源 D55 の分光放射輝度から計算できる。

色再現性の評価指数としては、Macbeth Color Checker 24 色の平均 ΔE 値 (ΔE_a) を採用する。この値は、下記の式 (4) で示すように、カメラの信号処理中の MAT 係数の関数 ΔE_a (MAT) となる。

$$\Delta E_a(\text{MAT}) = \frac{1}{24} \int_{k=1}^{24} \Delta E_k(\text{MAT}) \quad \dots(4)$$

但し、 ΔE_k : k番目のカラーパッチの ΔE_k

MAT: 色変換マトリクス係数

ノイズ評価指数の定義

撮像素子の出力信号に含まれるノイズのモデルとして、次の式 (5) に示す定義式を用いる。この定義式については、参考文献 4 ("G. C
5 . Holst, "CCD ARRAYS CAMERAS and DISPLAYS 2nd Ed., "JCD Publishing (1998)") に記載されている。

$$\begin{aligned} \text{Noise}_{\text{raw}} &= \sqrt{a_s \cdot \text{CV}_{\text{CCD}} + b_d} \\ &= \sqrt{\text{ShotNoise}^2 + \text{DarakNoise}^2} \quad \dots(5) \end{aligned}$$

式 (5) において、 a_s と b_d は、参考文献 5 (西尾研一, "CCDカメラの色彩," カラーフォーラム JAPAN '99, pp.143-147(1999)) に記
10 載されているように、CCDのデバイス特性 (飽和電子量等) によって決まる値である。

$a_s \cdot \text{CV}_{\text{CCD}}$ は、光学ショットノイズ、すなわち信号値に依存するノイズ成分を表し、 b_d は、フロアノイズ、すなわち、信号値に依存しないノイズ成分を表す (参考文献 4 参照)。

15 このノイズ $\text{Noise}_{\text{raw}}$ がカメラの信号処理、更には $L^*a^*b^*$ 変換によって様々な色空間へ伝搬される。以下にノイズの伝搬モデル (参考文献 6. (P. D. Burns and R. S. Berns, "Error Propagation Analysis in Color Measurement and Imaging," Col. Res. Appl, Vol.22, pp.280-289 (1997)) 参照) の概要を示す。

20 ある入力信号が、 $(m \times n)$ 行列 A によって、 $Y = [y_1, y_2, \dots, y_n]^T$ に線形変換されるとすると、その式は次の様に書ける。

$$Y = A \cdot X \cdot \cdot$$

今、入力信号Xの分散共分散行列が下記の式(6)で示すものとする。

$$\Sigma_X = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \cdots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \cdots & \sigma_n^2 \end{pmatrix} \quad \cdots(6)$$

- 5 この式(6)の対角成分はちょうど入力信号のノイズ分散値となる。もし、入力信号値同士の相関がなければ、行列成分中の共分散成分(すなわち非対角成分)は0となる。このとき、出力信号Yの分散共分散行列は、次の式(7)で定義できる。

$$\Sigma_Y = A \cdot \Sigma_X \cdot A^t \quad \cdots(7)$$

- 10 この式(7)が線形変換で変換できる色空間同士での、ノイズ分散値の伝搬理論式となる。

- 最終出力信号カメラRGB値をL*a*b*値に変換するためには、色再現性の定義の節で示したように、XYZ空間からL*a*b*空間への変換の際に非線形な変換を含む。しかしながら、ノイズ分散値は通常微小であることから、上述した参考文献6にあるJacobian行列 $J_{L^*a^*b^*}$ を使用してXYZ→L*a*b*変換を近似的に線形変換で表すことができる。したがって、元信号をL*a*b*値に線形変換するための近似行列 M_{total} は、次の式(8)で示すものとなる。

$$M_{total} = J_{L^*a^*b^*} \cdot M_{709} \cdot MAT \cdot WBM \quad \cdots(8)$$

但し、WBM : ホワイトバランスマトリクス

MAT : 色変換マトリクス

- 20 この式(8)の行列とノイズ伝搬理論式(7)を使って、最終出力

信号値にのるノイズ分散値を次の式（９）で計算することができる。

$$\Sigma_{L^*a^*b^*} = \begin{pmatrix} \sigma_{L^*}^2 & \sigma_{L^*a^*} & \sigma_{L^*b^*} \\ \sigma_{a^*L^*} & \sigma_{a^*}^2 & \sigma_{a^*b^*} \\ \sigma_{b^*L^*} & \sigma_{b^*a^*} & \sigma_{b^*}^2 \end{pmatrix} \quad \dots(9)$$

$$= M_{total} \cdot \Sigma_{RGBraw} \cdot M_{total}^t$$

式（９）から得られるノイズ量 σ_{L^*} 、 σ_{a^*} 、 σ_{b^*} を用いて、次の式（１０）より定義されるTotal Noise値（TN値）を計算する。更にMacbeth Color Checker 24色の各パッチのTN値の平均値TN_aをノイズ評価指数とする。

$$TN_a(MAT) = \frac{1}{24} \int_{k=1}^{24} TN_k(MAT) \quad \dots(10)$$

但し、 TN_k ：k番目のカラーパッチのTN値

MAT：色変換マトリクス係数

TN値はノイズの明るさ成分、色成分の両方を考慮した、人間の眼が感じるノイズと相関の高い値である。 $L^*a^*b^*$ ノイズ量を用いて、次式で定義する。

$$TN = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{L^*}}{W_{L^*}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{a^*}}{W_{a^*}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{b^*}}{W_{b^*}}\right)^2} \quad \dots(11)$$

式（１１）において、 W_{L^*} 、 W_{a^*} 、 W_{b^*} は、ノイズ量 σ_{L^*} 、 σ_{a^*} 、 σ_{b^*} に対する重み付け係数であり、視感実験によって得られる実験的・経験的値を使用した。

15 カメラ信号処理中のパラメータを決定する方法

具体的には、信号処理中のMAT係数を決定する方法である。まず

、色再現評価指数 ΔE_a およびノイズ評価指数 TNa を用いて、CEM (Comprehensive Error Metric) 値を次式 (12) に定義する。

$$CEM(MAT) = \sqrt{(wc \cdot \Delta E_a(MAT))^2 + (wn \cdot TNa(MAT))^2} \quad \dots (12)$$

但し、 wc : 色再現性に対する重み係数

wn : ノイズ量に対する重み係数

- それぞれの評価指数に対する重み係数 wc 、 wn を決めて、CEM値を
 5 最小にするMAT係数を求めることによって、色再現性、ノイズ量を
 調節したフィルタ評価を実現することが可能となる。

CN図の作成方法

上述したCEM値の wc 、 wn を変化させてMAT係数を算出し、その
 時の色再現評価指数 ΔE_a およびノイズ評価指数 TNa を算出する。

- 10 第15図に示すように、結果を横軸に ΔE_a にとり、縦軸に TNa を
 とって〔色再現対ノイズ〕のプロットを作成する（以降このプロット
 図をCN図と適宜呼ぶことにする）。CN図が評価するカラーフィル
 タセットの実力を示す図となる。

- 第15図の左下領域が色再現、ノイズ共に良の領域であり、右上領
 15 域が共に悪い領域である。したがって、プロットが左下に寄っている
 程、性能のよいフィルタセットとなる。評価するフィルタセット毎に
 このプロットを行い、比較することにより、どのフィルタセットが優
 れているのかを直感的に判定することが可能となる。一般的に、CN
 図の軌跡は左下に凸の曲線になり、色再現性が良いとノイズ特性が悪
 20 く、ノイズ特性が良いと色再現性が悪くなる、という色再現性とノイ
 ズ特性とがトレードオフ関係を示す。

今、この発明によるハイブリッド撮像素子、原色系3色撮像素子、
 補色系4色撮像素子のCN図は、第16図に示すようになる。参照符

号 6 1 a がハイブリッド撮像素子の〔色再現対ノイズ〕のプロットであり、参照符号 6 1 b が原色系 3 色撮像素子の〔色再現対ノイズ〕のプロットであり、参照符号 6 1 c が補色系 4 色撮像素子の〔色再現対ノイズ〕のプロットである。

- 5 第 1 6 図に示される CN 図の左下が色再現・ノイズ特性共に良い領域なので、軌跡が一番左下に寄っているものが特性の良い撮像素子とすることができる。第 1 6 図から分かるように、ハイブリッド撮像素子のプロット 6 1 a が一番左下に寄っているので、色再現性、ノイズ特性が共に原色系、補色系撮像素子よりも優れていることが分かる。
- 10 実際に、第 1 0 図 A および第 1 0 図 B に示す配列で R G B Y C 撮像素子を作成し、第 1 3 図に示す信号処理を行う IC (Integrated Circuit) を作成する。ガンマ補正は、s R G B ガンマを用いて R G B 出力信号を算出する。リニアマトリクス係数は、例えば CN 図 (第 1 6 図) の ☆ 6.2 に示す $w_c:w_n=1:3$ の重みの係数を使用する。☆の係数を
- 15 式 (1 3) に示す。

$$\begin{pmatrix} R_{out} \\ G_{out} \\ B_{out} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.494 & -0.836 & 0.242 & 0.658 & -0.559 \\ -0.255 & 0.688 & -0.383 & 0.706 & 0.244 \\ 0.094 & -0.403 & 1.254 & -0.351 & 0.406 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} R_{in} \\ G_{in} \\ B_{in} \\ Y_{in} \\ C_{in} \end{pmatrix} \quad \dots (13)$$

式 (1 3) から係数値が小さく、色分離ノイズをそれほど増大させないことが分かる。これにより、5 色 R G B Y C 撮像素子を使用したカメラを構成することが可能となる。

- 20 次に、ハイブリッド撮像素子を用いた広ダイナミックレンジ画像を取り込むことができる画像入力装置について説明する。

5 色の信号値を画素値の輝度レベルによって使い分けることによっ

て、ダイナミックレンジの広い画像をスキャンする例について説明する。

画素値の輝度レベルの算出方法は、様々考えられるが、例えば人間の眼の輝度成分に近いG信号を輝度値として用いる。信号処理として
5 は、第17図に示す処理が考えられる。LM(H) 71、LM(M) 72、LM(L) 73は、それぞれ高輝度、中輝度、低輝度用のリニアマトリクス処理を示し、WB(H) 74、WB(M) 75、WB(L) 76がホワイトバランス処理をそれぞれ示し、77、78および79が各出力信号にゲイン値a、b、cを乗じる乗算器をそれぞれ示
10 す。

第18図は、輝度レベル(横軸)の変化に対する重みゲイン係数の遷移を示す。高輝度領域では、ゲイン係数が($a=1$, $b=c=0$)とされ、中輝度領域では、ゲイン係数が($a=0$, $b=1$, $c=0$)とされ、低輝度領域では、ゲイン係数が($a=b=0$, $c=1$)とさ
15 れる。また、各領域の境界付近では、ゲイン係数の立ち上がりとその立ち下がりとは傾斜してクロスするようになされ、変化が目立たないようにされる。第17図では、省略されているが、ゲイン係数は、例えばRGBYC信号のA/D(アナログ→デジタル)変換後の1サンプル毎の輝度レベル(例えばG信号)によって制御するゲイン係数
20 制御部が設けられている。

各輝度レベルのリニアマトリクス係数は、参考文献3を参照して、次のように決める。

低輝度領域

低輝度領域は、色再現性よりもノイズが少ないことの方が画質の観
25 点から重要な要素である。よって、リニアマトリクス係数は、RGBYC 5色の信号値を使用して、ノイズ特性重視の係数を用いる。wc:w

n=1:10のポイント（第16図の△印63の位置）の係数などが考えられる。係数値を以下に示す。

$$\begin{pmatrix} R_{out} \\ G_{out} \\ B_{out} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.147 & -0.562 & 0.104 & 0.731 & -0.419 \\ -0.155 & 0.531 & -0.210 & 0.544 & 0.289 \\ 0.082 & -0.344 & 1.210 & -0.405 & 0.457 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} R_{in} \\ G_{in} \\ B_{in} \\ Y_{in} \\ C_{in} \end{pmatrix} \quad \dots(14)$$

式(14)は、式(13)と比較して、ノイズに対する重みを大きくしているため、各係数の絶対値が小さくなっており、色分離ノイズを増大させないことが分かる。

中輝度領域

中輝度画素用のリニアマトリクス係数は、RGBYC5色の信号値を使用して、色再現性とノイズ特性のバランスが一番良いポイントで決定する。すなわち、CN図において、一番左下の位置の軌跡に乗るような係数を決定する。例えば式(13)に示した、wc:wn=1:3付近のマトリクス係数が考えられる。

高輝度領域

高輝度画素用のリニアマトリクス係数は、Y信号およびC信号がかなり飽和してしまっているため、RGB3色の信号値を使用して、色再現性とノイズ特性のバランスが一番良いポイントで決定する。すなわち、CN図において、一番左下の位置の軌跡に乗るような係数を決定する。例えば、wc:wn=1:3のポイント（第16図の○印64の位置）の係数が考えられる。係数を以下の式(15)に示す。

$$\begin{pmatrix} R_{out} \\ G_{out} \\ B_{out} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.659 & -0.654 & -0.005 \\ -0.080 & 1.396 & -0.316 \\ 0.008 & -0.457 & 1.449 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} R_{in} \\ G_{in} \\ B_{in} \end{pmatrix} \quad \dots(15)$$

処理の流れとしては次の様になる。

ある画素信号が入力されると、その入力信号値から3種類のリニアマトリクス処理（第17図中のLM(H)71、LM(M)72、LM(L)73）を経て、輝度レベルごとの信号値が計算される。

- 5 それぞれの信号値は、ホワイトバランス処理（第17図中のWB(H)74、WB(M)75、WB(L)76）を経て、その画素の輝度レベルに応じて、第18図に示すように、予め決められたゲイン係数（ a 、 b 、 c ）が乗じられる（第17図中の乗算器77、78および79）。

- 10 その後、3種類の出力信号が第17図中の加算器80および81によって足し合わされ、その画素の出力信号値が決定する。

低輝度レベルと中輝度レベルの境目としては、例えばISO400とISO200の境目などが考えられる。また、中輝度と高輝度レベルの境目としては、例えばY信号およびC信号のいずれかが飽和している場合など

- 15 があげられる。

- 以上、この発明の実施の形態について具体的に説明したが、この発明は、上述の実施の形態に限定されるものではなく、この発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。例えば第17図の構成では、3段階の輝度レベルに対して異なるマトリクス演算処理を行って
- 20 るが、2段階（低・中輝度レベルおよび高輝度レベル）の輝度レベルに対して異なるマトリクス演算処理を行うようにしても良い。また、低輝度レベルにおいてはYCGの3色を使用し、中輝度レベルにおいては、RGBYCの5色を使用するようにしても良い。更に、この発明は、CMOS構造を3層重ね、カラーフィルムと同様に青感層、緑
- 25 感層、赤感層を有するデバイスに対しても適用することができる。

請 求 の 範 囲

1. 撮像部およびフロントエンドからなる画像入力部と画像入力部からの複数の撮像信号を処理して三原色信号を生成する信号処理部とを有する撮像装置において、

撮像部は、三原色系および補色系の色分解フィルタと、上記色分解フィルタで分離された色光が入力される撮像素子とを有し、

- 10 信号処理部は、入力画像データが低・中輝度レベルの第1の領域では、上記三原色系および補色系の色分解フィルタを使用して得た複数の信号をマトリクス演算処理することによって三原色信号を生成し、
入力画像データが高輝度レベルの第2の領域では、上記三原色系の色分解フィルタを使用して得た三原色信号をマトリクス演算処理することによって三原色信号を生成するようにした撮像装置。

2. 請求の範囲第1項において、

- 15 上記三原色系フィルタがR（赤）フィルタ、G（緑）フィルタおよびB（青）フィルタであり、上記補色系フィルタがY（黄）フィルタおよびC（シアン）フィルタである撮像装置。

3. 請求の範囲第1項において、

- 20 上記信号処理部は、上記第1の領域において、ノイズ特性重視の第1のマトリクス係数を使用して三原色信号を生成する第1のマトリクス演算部と、上記第2の領域において、色再現性およびノイズ特性のバランスが良い第2のマトリクス係数を使用して三原色信号を生成する第2のマトリクス演算部と、上記第1および第2のマトリクス演算部の出力信号に対してゲイン係数を乗じて加算する混合部とからなる撮像装置。

4. 請求の範囲第1項において、

上記第 1 および第 2 の領域の境界が上記補色系の色分解フィルタを介された撮像素子が飽和する輝度レベルに選定された撮像装置。

5. R (赤)、G (緑)、B (青) の原色系の 3 色のフィルタと、Y (黄)、C (シアン) の補色系の 2 色のフィルタとの合計 5 色の色フィルタによって構成され、

人の眼の輝度特性と近い G のフィルタを市松状に配することによって、他の色の 4 倍の空間情報を得るようにした撮像素子。

6. 請求の範囲第 5 項において、

- 10 配列の最小単位が 4×4 の大きさとされ、各列および各行にそれぞれ 2 個の G のフィルタが含まれ、

残りの 2 個のフィルタとして感度が高いものと、感度が低いものとが組み合わされることで、水平および垂直方向に輝度差が少ないものとされた撮像素子。

7. 請求の範囲第 5 項において、

- 15 配列の最小単位が 4×4 の大きさとされ、各列および各行にそれぞれ 2 個の G のフィルタが含まれ、

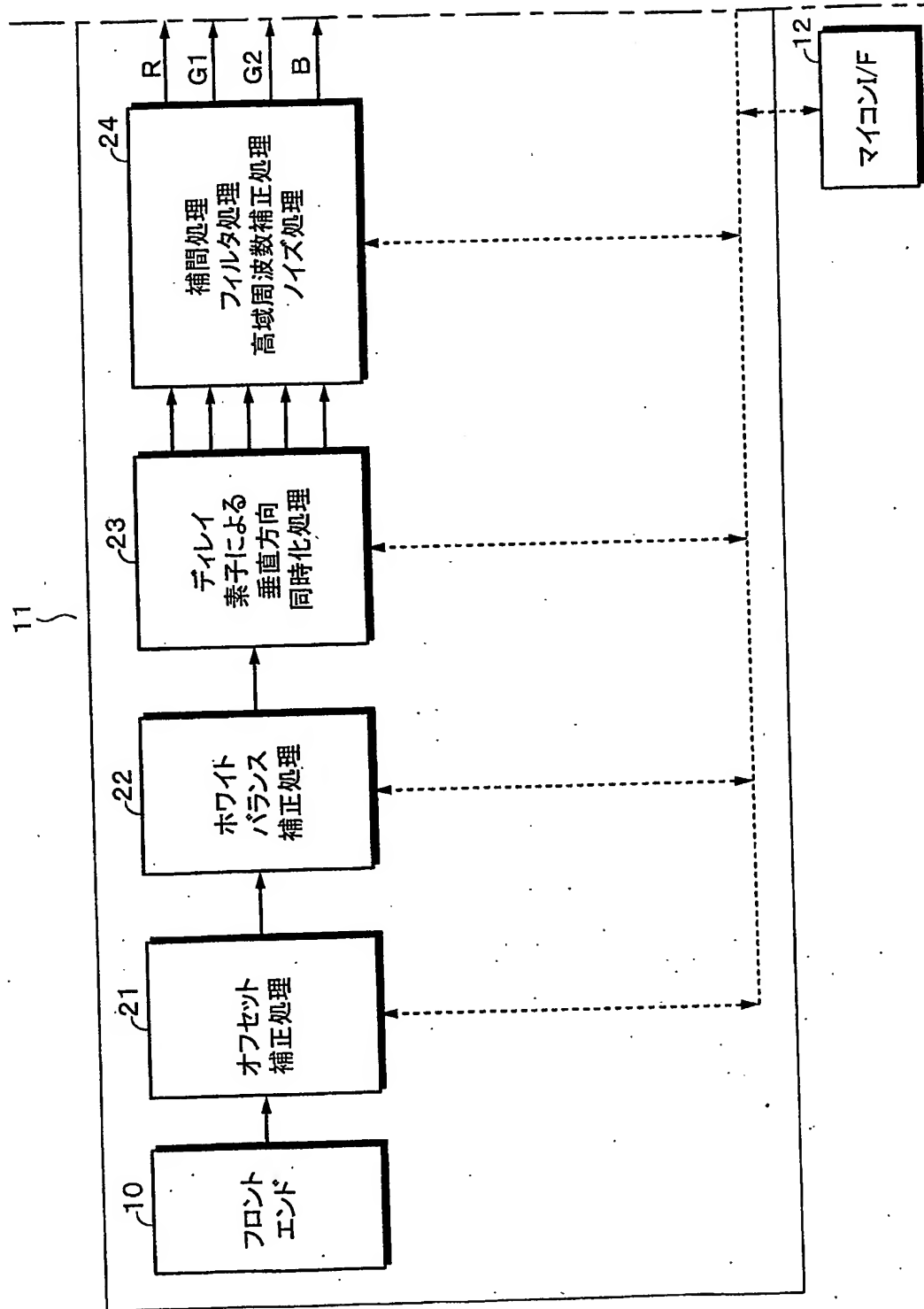
残りの 2 個のフィルタとして感度が高いものを使用する列および行と、感度が低いものを使用する列および行とが交互に配された撮像素子。

第 1 図

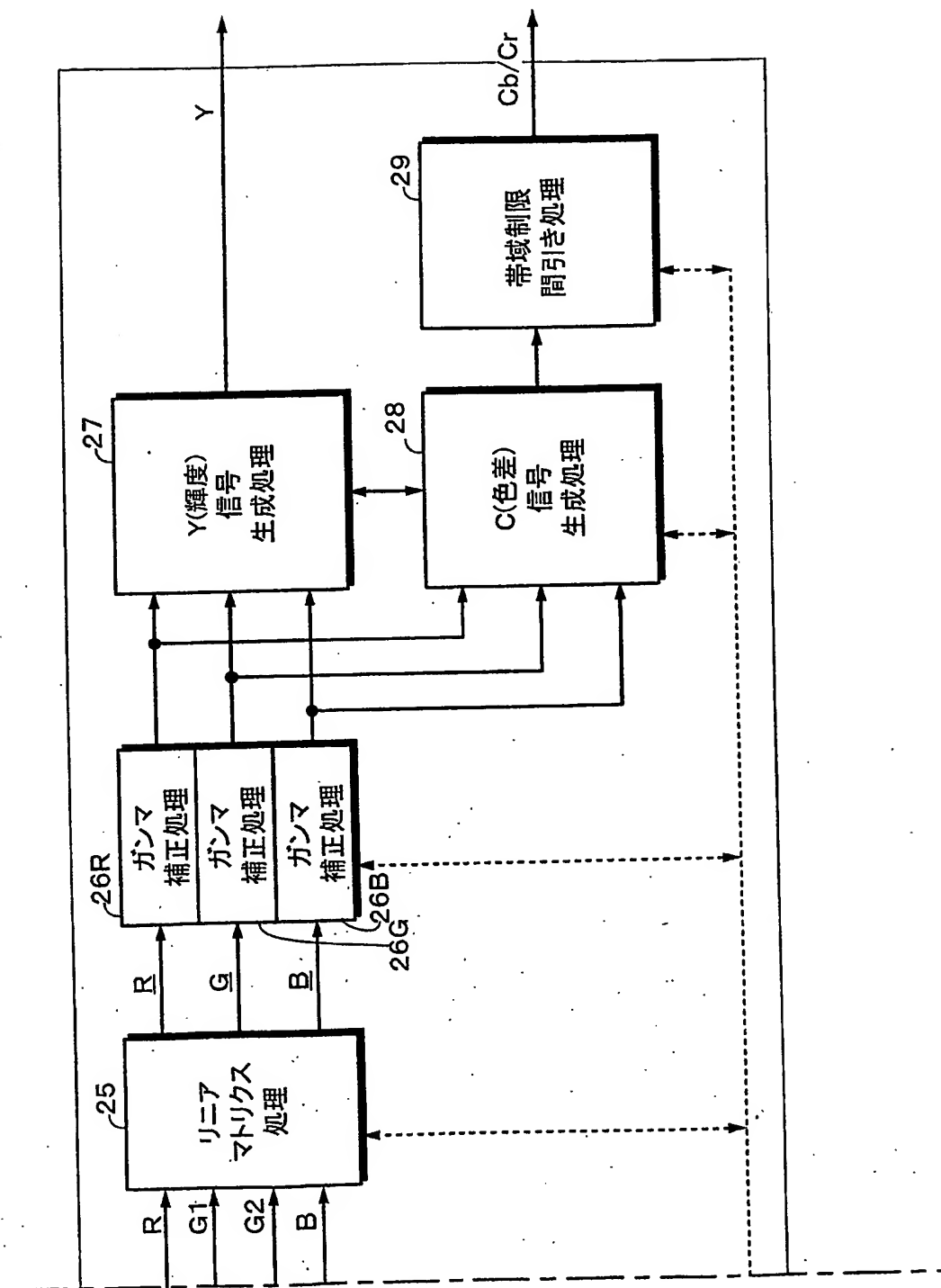
B	G1	B	G1
G2	R	G2	R
B	G1	B	G1
G2	R	G2	R

↑
1

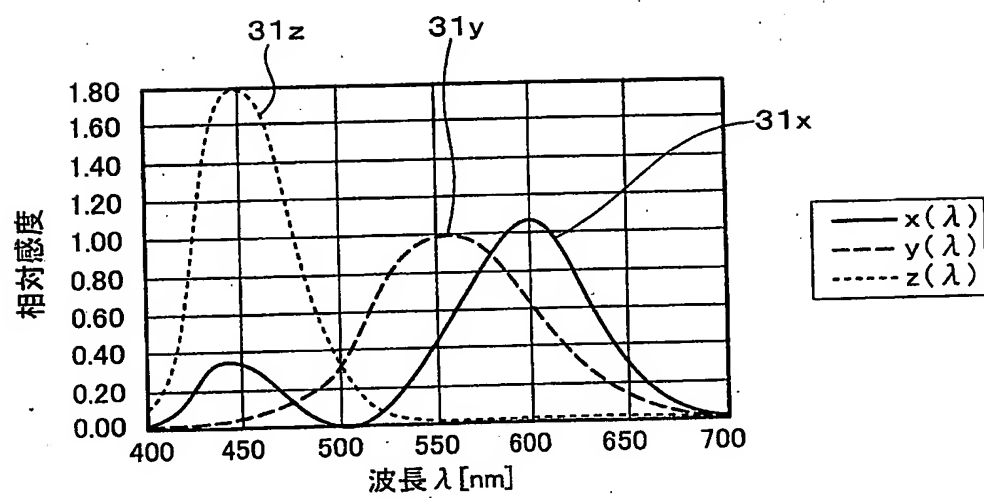
第2図A



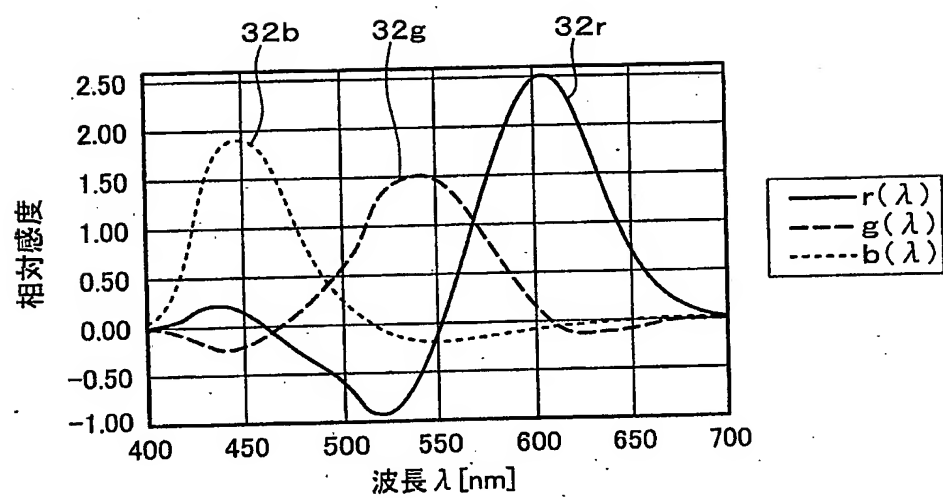
第2図B



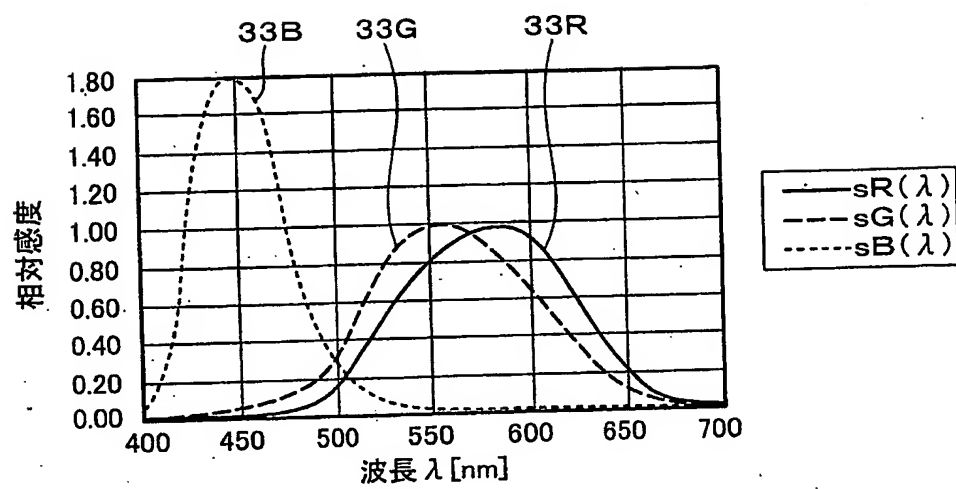
第3図



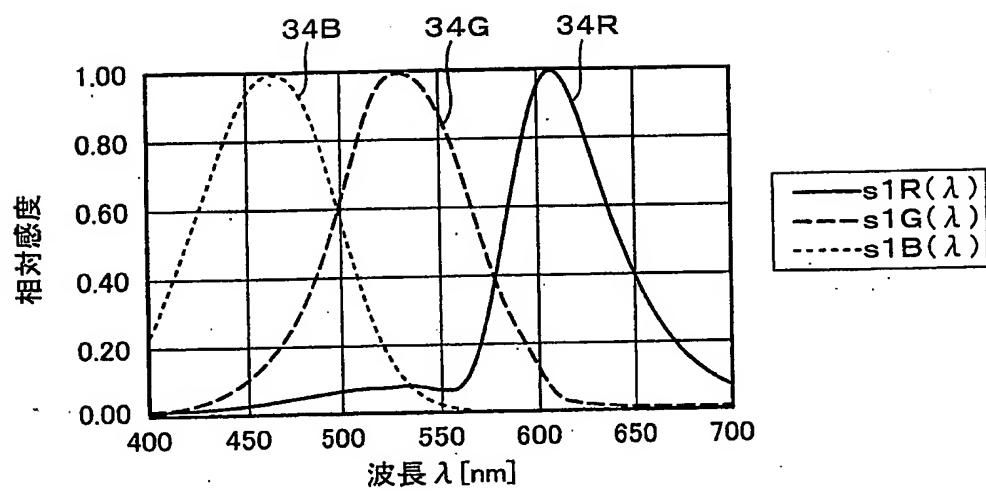
第4図



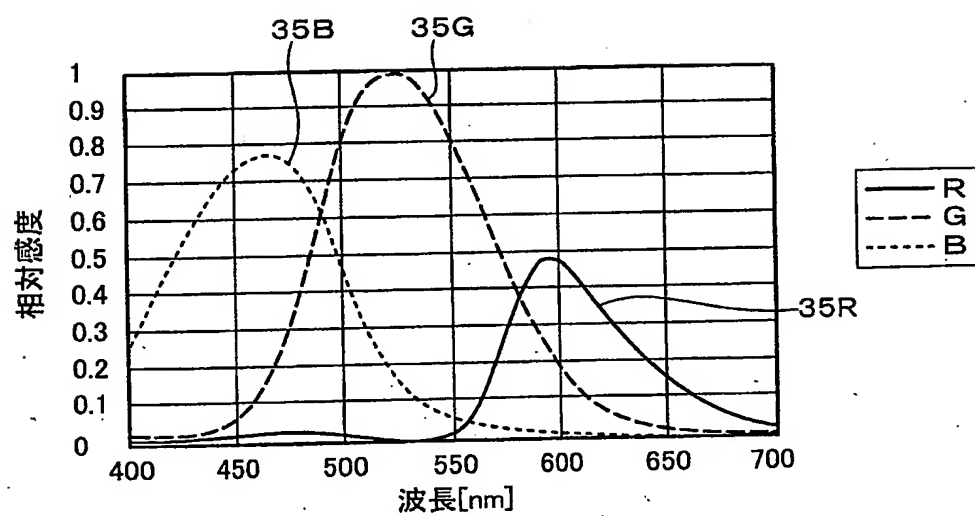
第5図



第6図



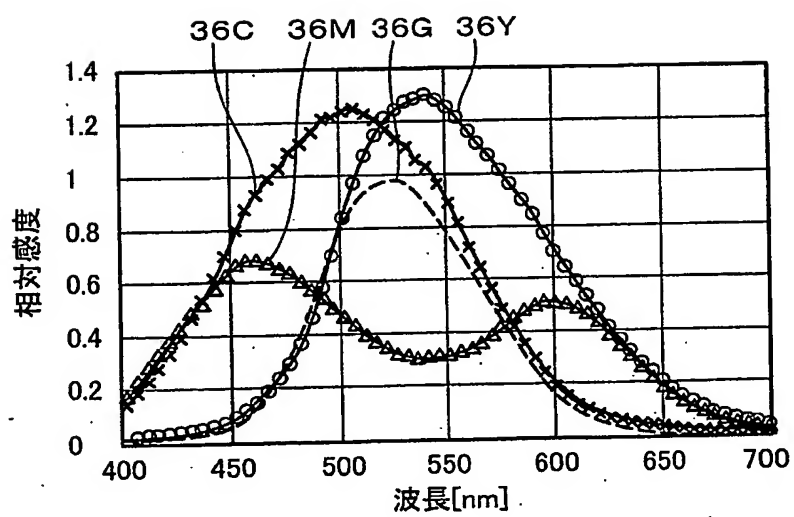
第7図



第 8 図

C	Y	C	Y
G	M	G	M
C	Y	C	Y
M	G	M	G

第9図



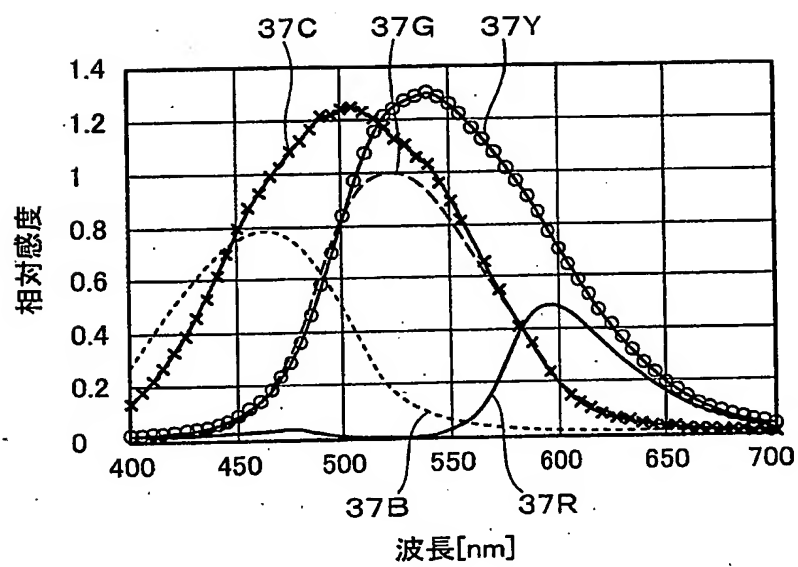
第10図A

G	R	G	B
C	G	Y	G
G	B	G	R
Y	G	C	G

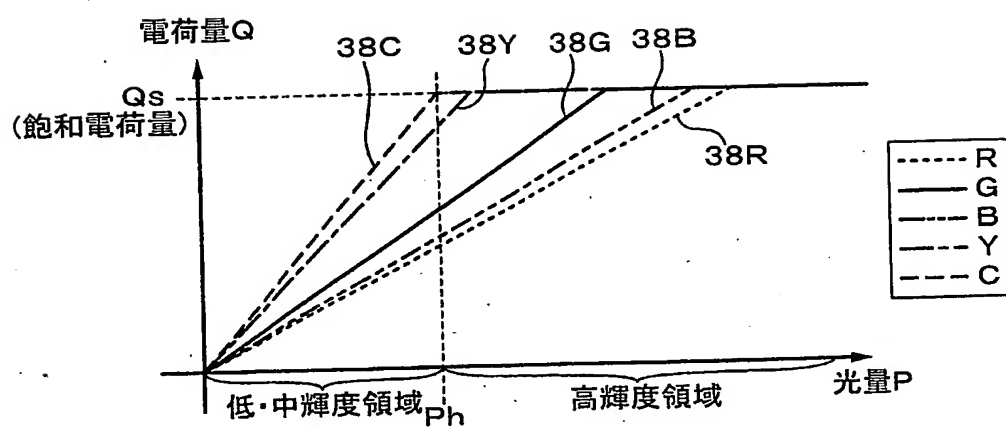
第10図B

G	R	G	C
B	G	Y	G
G	C	G	R
Y	G	B	G

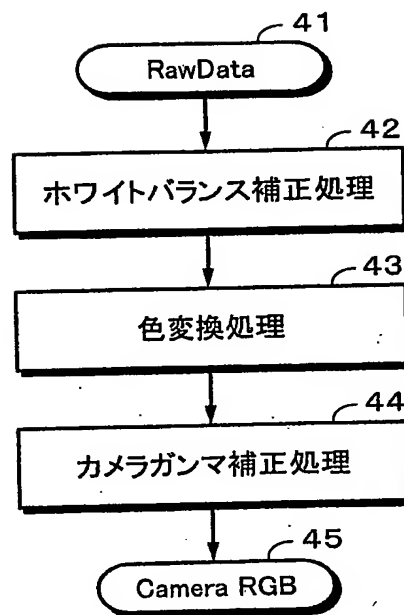
第 1 1 図



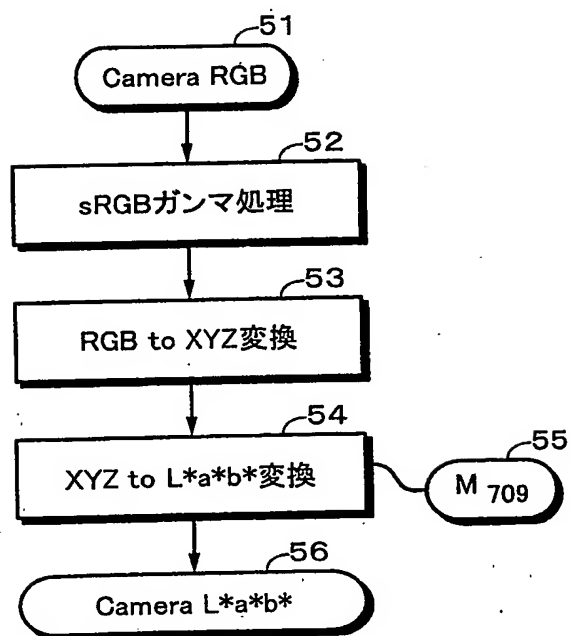
第 1 2 図



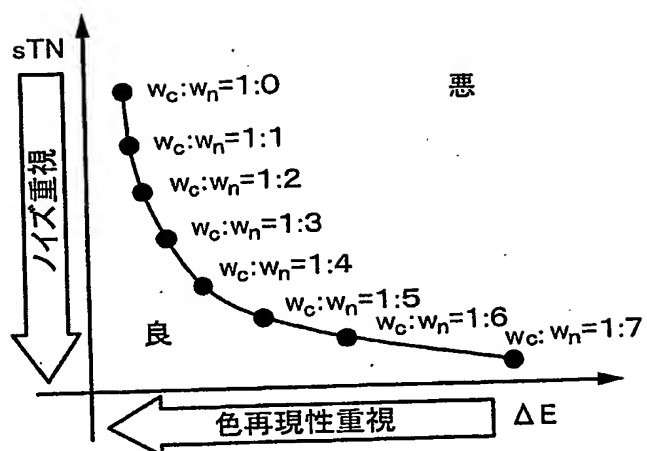
第 1 3 図



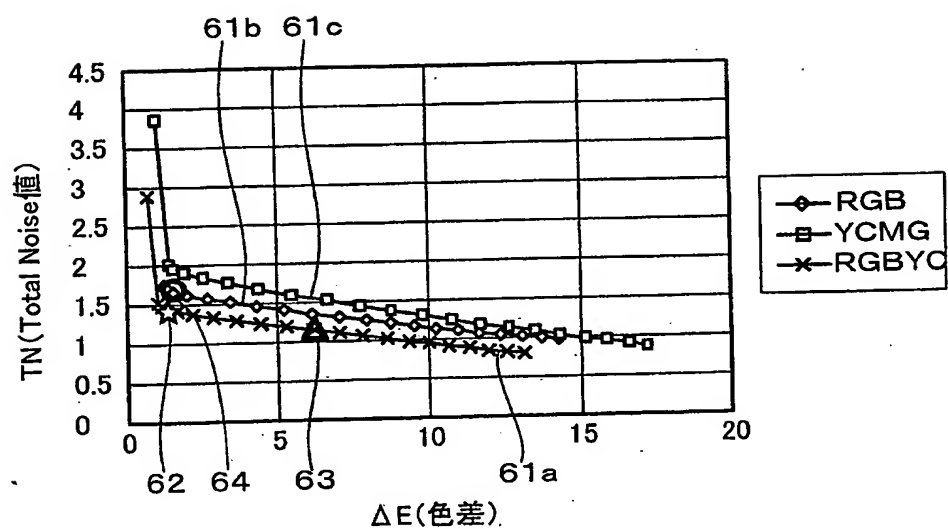
第14図



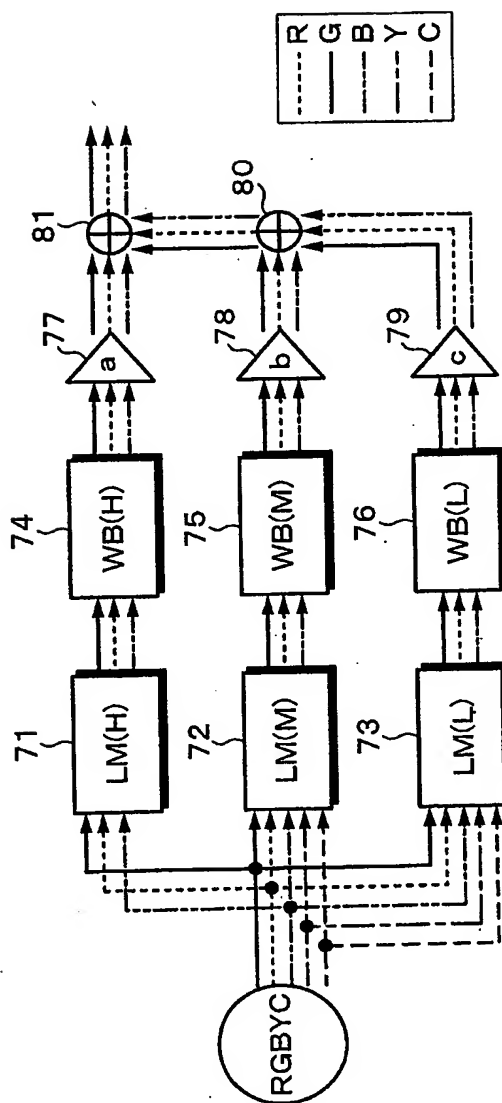
第 1 5 図



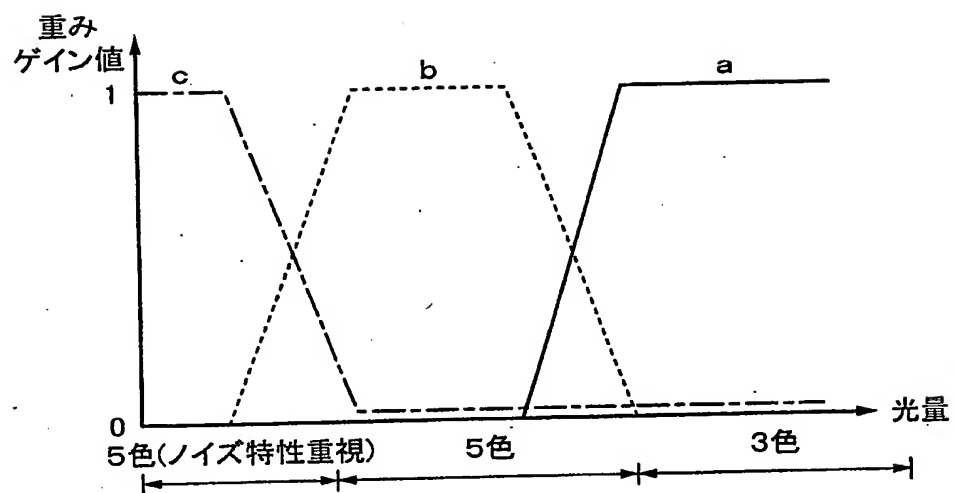
第16図



第17図



第 18 図



符号の説明

- 37C、37Y シアン、黄色のフィルタの分光感度
- 37R、37G、37B 赤、緑、青のフィルタの分光感度
- 42 ホワイトバランス補正処理
- 43 色変換処理
- 44 カメラガンマ補正処理
- 52 sRGBガンマ処理
- 53 RGBをXYZへ変換する変換処理
- 54 XYZを $L^*a^*b^*$ へ変換する変換処理
- 61a ハイブリッド撮像素子の〔色再現対ノイズ〕のプロット
- 61b 原色系3色撮像素子の〔色再現対ノイズ〕のプロット
- 61c 補色系4色撮像素子の〔色再現対ノイズ〕のプロット
- 71 高輝度用のリニアマトリクス処理
- 72 中輝度用のリニアマトリクス処理
- 73 低輝度用のリニアマトリクス処理
- 77, 78, 79 ゲイン係数 a , b , c を乗じる乗算器

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/300674

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N9/07(2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N9/07(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-359114 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 26 December, 2001 (26.12.01), Full text; all drawings & US 2002/12463 A1	1-4
A	JP 2000-315784 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 14 November, 2000 (14.11.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 April, 2006 (17.04.06)Date of mailing of the international search report
25 April, 2006 (25.04.06)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2006/300674

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See extra sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest
the

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee..
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/300674

Continuation of Box No. III of continuation of first sheet (2)

"The special technical features" of the inventions when claims are divided as under are as follows. These inventions are not considered to be so linked as to form a single general inventive concept, because there is no technical relationship among those inventions involving one or more of the same or corresponding special technical features.

Claims 1-4

An imaging device comprising an image input unit consisting of an imaging unit and a front-end, and a signal processing unit for processing a plurality of imaging signals from the image input unit to generate three-primary-color signals, wherein the imaging unit has three-primary-color-based and complementary-color-based color separating filters and an imaging element to which color lights separated by the color separating filters, and the signal processing unit matrix-operation-processes a plurality of signals obtained by using the above three-primary-color-based and complementary-color-based color separating filters to generate three-primary-color signals in a first region where input image data is at low/medium luminance levels, and, in a second region where input image data is at a high luminance level, matrix-operation-processes three-primary-color signals obtained by using the above three-primary-color-based color separating filter to generate three-primary-color signals.

Claims 5-7

An imaging element in which G filters each constituted of a-total-of-five color filters of R (red), G (green), B (blue) three primary color-based filters and Y (yellow), C (cyan) complementary color-based two-color filters, and close in the luminance characteristics of a human eye are arranged in a checkered form, whereby four times the spatial information by other colors can be obtained.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N9/07(2006.01)

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N9/07(2006.01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-359114 A (富士写真フイルム株式会社) 2001.12.26, 全文, 全図 & US 2002/12463 A1	1-4
A	JP 2000-315784 A (オリンパス光学工業株式会社) 2000.11.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.04.2006

国際調査報告の発送日

25.04.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井上 健一

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

5P

9373

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。
別紙参照。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☒ 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。

請求の範囲を下記のように区分した発明の「特別な技術的特徴」は以下の通りである。これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように関連していない。

請求の範囲 1 - 4

撮像部およびフロントエンドからなる画像入力部と画像入力部からの複数の撮像信号を処理して三原色信号を生成する信号処理部とを有する撮像装置において、撮像部は、三原色系および補色系の色分解フィルタと、上記色分解フィルタで分離された色光が入力される撮像素子とを有し、信号処理部は、入力画像データが低・中輝度レベルの第1の領域では、上記三原色系および補色系の色分解フィルタを使用して得た複数の信号をマトリクス演算処理することによって三原色信号を生成し、入力画像データが高輝度レベルの第2の領域では、上記三原色系の色分解フィルタを使用して得た三原色信号をマトリクス演算処理することによって三原色信号を生成するようにした撮像装置。

請求の範囲 5 - 7

R (赤)、G (緑)、B (青) の原色系の3色のフィルタと、Y (黄)、C (シアン) の補色系の2色のフィルタとの合計5色の色フィルタによって構成され、人の眼の輝度特性と近いGのフィルタを市松状に配することによって、他の色の4倍の空間情報を得るようにした撮像素子。